

University of Groningen

## Polymerization of the bacterial cell division protein FtsZ

Scheffers, Dirk-Jan

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2001

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Scheffers, D-J. (2001). *Polymerization of the bacterial cell division protein FtsZ*. s.n.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.



RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN

**Polymerization of the bacterial cell division protein FtsZ**

Proefschrift

ter verkrijging van het doctoraat in de  
Wiskunde en Natuurwetenschappen  
aan de Rijksuniversiteit Groningen

op gezag van de  
Rector Magnificus, dr. D.F.J. Bosscher,  
in het openbaar te verdedigen op  
vrijdag 29 juni 2001  
om 16.00 uur

door

**Dirk-Jan Scheffers**

geboren op 23 september 1972  
te Nijmegen

Promotor: Prof. dr. A.J.M. Driessen

Beoordelingscommissie: Prof. dr. W.N. Konings  
Prof. dr. N. Nanninga  
Prof. dr. M. Dogterom

ISBN: 90-367-1424-9

90-367-1423-0 (printed version)

And then I remembered this book-writing program my mom told me about from someone in her library. The big deal in book writing is to quickly establish at the very beginning what it *is* that the characters want. But I think that the books I really enjoy are the ones in which the characters realize, only in the end, what it was that they secretly wanted all along, but never even knew. And maybe this is what life is really like.

Douglas Coupland, *Microserfs*.

History heads steadily for a place where things need not be grasped to be used.

Richard Powers, *Gain*.

voor mijn ouders

Omslag: Bundels FtsZ polymeren gezien door een (differentiële interferentie) contrast microscoop.

De druk van dit proefschrift is mede mogelijk gemaakt door financiële ondersteuning van:

- De Rijksuniversiteit Groningen
- Het Groninger Biomolecular Sciences and Biotechnology Institute (GBB)
- De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk onderzoek

Het werk beschreven in dit proefschrift is uitgevoerd in het kader van het project “Towards *in vitro* Cell Division” (projectcode 805-33.222), gefinancierd door de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), aandachtsgebied Aard- en Levenswetenschappen (ALW).

## Voorwoord

“Heb je een bril? Hou je van stilzitten en duf rekenwerk? Wil je monnik worden? Kies Exact!” schreef Loesje ruim tien jaar geleden. Mensen die mij een beetje kennen weten dat ik niet stil kan zitten. Dit heeft mij niet weerhouden om toch de exacte kant op te gaan. De beslissing om te gaan promoveren nam ik na enthousiast te zijn geworden voor het doen van onderzoek tijdens mijn afstudeerstages. Zo begon, nu bijna vijf jaar geleden, mijn promotieonderzoek in Haren.

Mijn aanvankelijke geloof in wetenschappelijke technieken die elk vraagstuk in een handomdraai of met een druk op de knop zouden oplossen stuitte op verbijstering bij ervarener collega's. Zij kregen gelijk. Ook het idee dat alle wetenschappers onbaatzuchtige mensen zijn die samen werken aan een beter begrip van de dingen om ons heen, kreeg een knauw. De wereld binnen de universiteit blijkt weinig anders dan die daarbuiten. Toch is het enthousiasme voor de wetenschap gebleven: het blijft fascinerend om te zien hoe (een deel van) de natuur in elkaar zit en bij te dragen aan het ontrafelen van mechanismen die je achteraf verstand doen staan van hun ogenschijnlijke eenvoud. Bovendien maakt de gedrevenheid van het merendeel der wetenschappers de academische omgeving tot een bijzonder stimulerende.

Op deze plek wil ik de mensen bedanken die een directe bijdrage aan dit proefschrift hebben geleverd. Arnold, jouw kritische beoordeling van en goede ideeën voor experimenten, en je snelle correctie van manuscripten zijn altijd bijzonder waardevol geweest. Ik heb veel van je geleerd. Nanne, bedankt voor het opzetten van een project dat celdeling naar Groningen bracht, het goede overleg en de uitnodigingen om lezingen en workshops bij te wonen. Tanneke, zowel in Groningen als in Amsterdam ben jij direct bij dit project betrokken geweest. Het was voor mij altijd prettig om in Amsterdam te komen voor proefjes en overleg, en jouw kennis van de celbiologische kant van het delingsproces maakte het leven een stuk makkelijker. Marileen, jouw interesse in mijn werk heb ik altijd bijzonder op prijs gesteld. Zonder jouw gedegen kennis van tubuline was het interpreteren van resultaten en bedenken van modellen een stuk moeilijker geweest. Janny, jouw hulp bij de uitvoering van experimenten heeft het onderzoek in het laatste jaar in de hoogste versnelling gezet. Jouw manier van proeven doen leerde mij kritischer naar mijn eigen werk te kijken. Wijnand, bedankt voor de hulp met de elektronenmicroscopie.

Tot slot wil ik eenieder bedanken die een minder directe, maar zeker niet minder belangrijke bijdrage aan dit proefschrift geleverd heeft. Het werk op een lab creëert een bijzonder gevoel van saamhorigheid. Al mijn collega's in Haren en Paddepoel wil ik bedanken voor de gezelligheid en steun. Mijn “niet-biologische” vrienden wil ik bedanken voor hun medeleven (wanneer is je scriptie af?), interesse (nee! doe het niet! vraag hem nooit naar zijn werk!) en de mogelijkheid mijn werk van mij af te zetten. Bart, Liduine, pappa en mamma: het is fijn om altijd thuis te kunnen komen. Bedankt.

Dirk-Jan

# Contents

<b>Voorwoord</b>	<b>5</b>
<b>Contents</b>	<b>6</b>
<b>Chapter 1</b> <i>Introduction – Bacterial cell division – get in the ring!</i>	<b>7</b>
<b>Chapter 2</b> <i>Calcium-binding influences the dynamic assembly of bacterial cell division protein FtsZ</i>	<b>22</b>
<b>Chapter 3</b> <i>Non-hydrolysable GTP-<math>\gamma</math>-S stabilizes the FtsZ polymer in a GDP-bound state</i>	<b>32</b>
<b>Chapter 4</b> <i>GTP-hydrolysis of cell division protein FtsZ: evidence that the active site is formed by two monomers</i>	<b>42</b>
<b>Chapter 5</b> <i>Substitution of a conserved aspartate allows cation-induced polymerization of FtsZ</i>	<b>56</b>
<b>Chapter 6</b> <i>Summary and concluding remarks</i>	<b>62</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>66</b>
<b>Reference list</b>	<b>73</b>
<b>List of publications</b>	<b>80</b>